

чения / *О. С. Лехов, Б. П. Гуселетов, М. Ю. Туев и др.* // Теория машин металлургического и горного оборудования: Межвуз. сб. науч. тр. Свердловск, 1989.

3. *Лехов О. С., Туев М. Ю., Киришин И. В.* Новые возможности и новые подходы к проблеме реконструкции металлургических заводов // Сб. тр. Урало-сиб. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2003.

4. Расчет основных параметров установки непрерывного литья и деформации для производства листа / *О. С. Лехов, М. В. Баранов, И. В. Киришин и др.* // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Мсжрегион. сб. науч. трудов. Магнитогорск, 2002.

5. Пат. 206275 RU. Прокатно-ковочный стан / *Туев М. Ю., Лехов О. С., Малахов А. В.* // Опувл. 10.07.96, Бюл. № 19.

6. *Одинокоев В. И., Макежанец Е. И.* Теоретическое исследование процесса деформации непрерывно-литого сляба непосредственно за кристаллизатором // Изв. вузов. Чер. металлургия. 1977. № 5, 7. Сообщ. 1, 2.

7. *Одинокоев В. И.* Численный метод решения дифференциальных уравнений пластического течения // Прикл. механика. 1973. Т. IX, вып. 12.

О. С. Лехов, В. С. Минаков

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛИСТА ИЗ АЛЮМИНИЯ НА УСТАНОВКЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ И ДЕФОРМАЦИИ

Мировой рынок цветных металлов в период до 2008 г. имеет благоприятную перспективу в плане увеличения спроса. Однако вызывает озабоченность экспортная политика России, поскольку экспортируется 84% первичного алюминия, 75% рафинированной меди, причем экспорт готовых изделий из цветных металлов составляет 8% от общего объема экспорта.

Развитие внутреннего рынка России связывается с увеличением спроса на цветные металлы. Намечается существенное увеличение выпуска конкурентоспособной продукции: тонкой алюминиевой ленты для упаковочной тары, алюминиевых строительных профилей, алюминиевого листа и латунной ленты для автомобилестроения. Таким образом, создание и внедрение ресурсосберегающих технологических процессов и оборудования на заводах цветной металлургии, коренное улучшение качества ме-

таллопродукции является приоритетным направлением, что определяется рядом важных обстоятельств: в настоящее время оборудование многих заводов цветной металлургии морально устарело и физически изношено, следствием чего являются снижение качества металлопродукции и объема производства, большой расход электроэнергии, топлива и металла, ухудшение экологической обстановки. Кроме того, наблюдается серьезное отставание в области передовых технологий от зарубежных стран.

На основании вышеизложенного можно сформулировать следующие основные пути снижения энергозатрат и улучшения качества металлоизделий в металлургическом производстве:

- создание компактных и ресурсосберегающих металлургических установок;
- увеличение доли непрерывно-литого металла и создание литейно-прокатных модулей;
- производство непрерывно-литых заготовок, близких по форме и сечению к размерам готовых изделий.

Для производства тонких заготовок из алюминия в настоящее время используют агрегаты с двумя вальками-кристаллизаторами, каждый из которых имеет индивидуальный привод от электродвигателей постоянного тока. Однако малая протяженность зоны интенсивного отвода тепла (дуги захвата) ограничивает допустимую скорость литья, которая при толщине листа 6–8 мм не превышает 1–2 м/мин, а также не позволяет осуществить необходимое обжатие затвердевшей полосы для получения однородной и мелкозернистой структуры металла.

Литая структура металла не позволяет получить при последующей холодной прокатке лист или фольгу для глубокой вытяжки.

В связи с вышеизложенным создание отечественной принципиально новой установки непрерывного литья и деформации (УНЛД) позволит решить многие металлургические проблемы производства листовой продукции, в частности, снизить расход топлива, электроэнергии, металла, улучшить качество полос, уменьшить металлоемкость оборудования и производственные площади.

Предлагаются принципиально новый способ и конструкция установки совмещенного процесса непрерывного литья и циклической деформации для производства листа из цветных металлов и сплавов.

Принципиальными отличиями предлагаемой установки от действующей машины непрерывного литья заготовок являются:

- конструкция сборного кристаллизатора, где происходит кристаллизация металла с образованием оболочки с жидкой фазой и формирование из нее полосы путем сближения корочек слитка до заданных размеров листа и калибровки полосы;

- слиток с жидкой фазой поступает из водоохлаждаемого кристаллизатора в разъемную часть сборного кристаллизатора, где формируется полоса заданного сечения, что позволяет снизить габариты и металлоемкость установки;

- хорошие условия для смазки вследствие характерного движения бойков.

Таким образом, габариты установки совмещенного литья и деформации – это габариты прокатной клетки.

Установка непрерывного литья и деформации создана на базе известного процесса непрерывного литья слябов (неразъемный водоохлаждаемый кристаллизатор) и хорошо изученного в промышленных условиях процесса циклической деформации (разъемная часть сборного кристаллизатора УНЛД), защищенного международными заявками и патентами.

В ходе теоретического исследования для расчета был использован пакет *ANSYS*, выполнена постановка задачи и определено напряженно-деформированное состояние металла при работе установки непрерывного литья и циклической деформации для получения листа из алюминия. Установлено, что в очаге циклической деформации имеет место благоприятная схема напряженного состояния металла с преобладанием высоких сжимающих напряжений (рис. 1), вследствие чего получается лист высокого качества, пригодный для глубокой вытяжки (Расчет основных параметров установки непрерывного литья и деформации для производства листа / *О. С. Лехов, М. В. Баранов, И. В. Киришин и др.* // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Межрегион. сб. науч. тр. Магнитогорск, 2002). Определена рациональная величина радиуса сопряжения стенок неразъемного кристаллизатора с целью снижения растягивающих напряжений и деформаций на внешней поверхности узких граней оболочки слитка при формировании листа, что позволяет избежать трещин на внешней поверхности оболочки и возможности ее обрыва. На рис. 2, 3 представлен характер нормальных напряжений вдоль осей *X* и *Z* и каса-

тельных напряжений. Результаты даны для зоны контакта очага деформации с бойком.

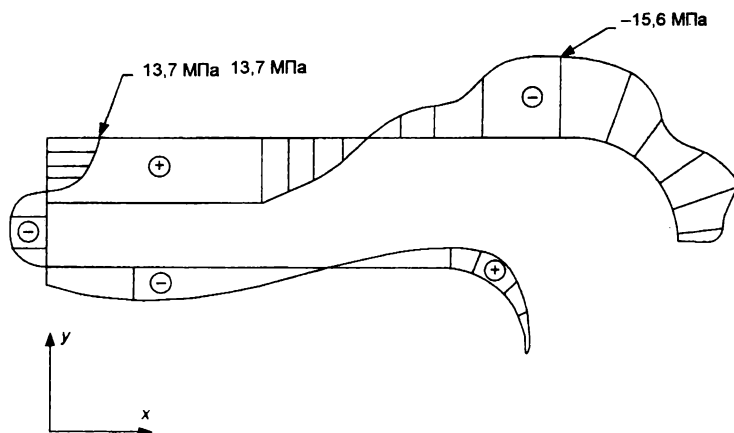


Рис. 1. Эпюры напряжений в направлении оси X после третьего обжатия оболочки бойками (сечение «В»)

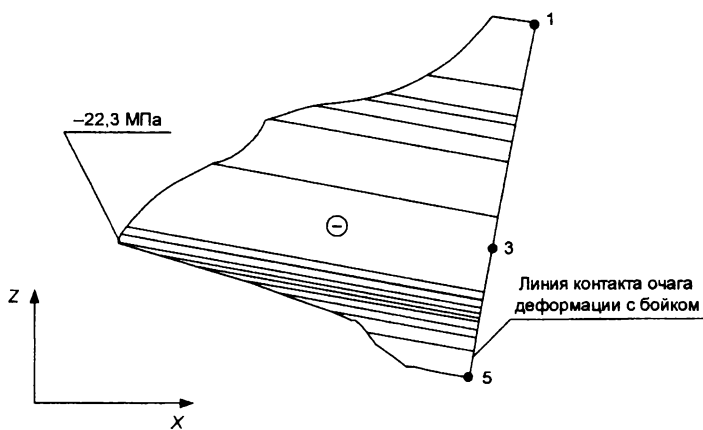


Рис. 2. Характер напряжения по оси X вдоль на линии 1-3-5 очага деформации. Положение точек см. на рис. 3

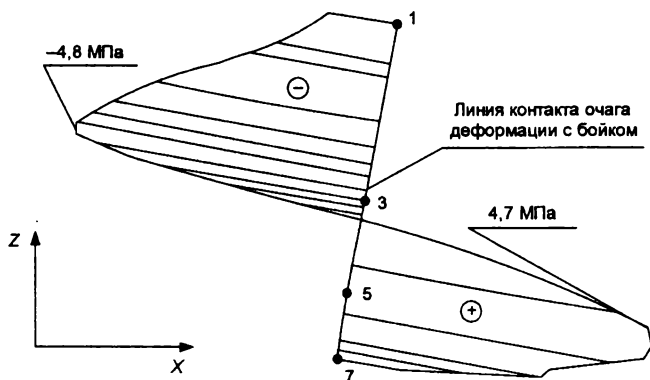


Рис. 3. Характер касательных напряжений вдоль линии 1–3–5–7 очага деформации

Высокое качество получаемого листа также объясняется наличием незначительного температурного градиента, что приводит к отсутствию продольной разнотолщинности.

Также в ходе теоретического исследования было установлено, что направление движения точек очага деформации таково, что течения металла в конус жидкой фазы практически не происходит. Это объясняется тем, что одновременно с деформацией затвердевшего металла происходит смыкание широких стенок оболочки, что препятствует течению металла в конус жидкой фазы.

В. И. Панов

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА СВАРИВАЕМОСТИ СТАЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Исследования свариваемости сталей, применяемых в машиностроении, занимают длительный цикл. Между тем, многолетние исследования, проводившиеся в отделе главного сварщика Уралмашзавода, математические программы экспресс-исследования свариваемости, разработанные в Московском высшем техническом училище (МВТУ) им. Н. Э. Баумана под руководством Э. Л. Макарова, результаты исследований, обобщенные